

Информатика, вычислительная техника и управление

УДК 004.93'1

DOI: 10.30987/article_5cda64cf35e7c2.64072489

П.Ю. Гусев, В.В. Сокольников

КОНТРОЛЬ НАД ВЫПОЛНЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Предложено применение технологии дополненной реальности для решения проблем контроля над выполнением производственного плана. Пред-

ставлена схема функционирования программного средства и приведен пример его работы.

Ключевые слова: контроль, производственный план, дополненная реальность.

P.Yu. Gusev, V.V. Sokolnikov

CONTROL OF PRODUCTION PLAN FULFILLMENT USING TECHNOLOGY OF SUPPLEMENTED REALITY

At present information technologies ensure a process of production plan formation of any company. But now as before there are problems of rated plan fulfillment control. To eliminate these problems of control one offers to use a technology of supplemented

reality. A circuit of software tools function is offered and the example of its work is shown.

Key words: control, production plan, supplemented reality.

Введение

В настоящее время применение информационных технологий является неотъемлемой частью любого производственного процесса. Уже ни одно производственное предприятие не может обойтись без применения программных пакетов для конструкторской и технологической подготовки изделия, для разработки управляющих программ обработки, для управления жизненным циклом изделия и т.д. Одной из актуальных областей применения информационных технологий является автоматизация расчетов производственных планов предприятий.

Актуальность применения информационных технологий для автоматизации расчетов производственного плана заключается в том, что выпуск готовых изделий является главной производственной задачей. Производственный план, рассчитанный с учетом всех возможных пересечений материальных потоков и доступных производственных ресурсов, обеспечивает возможность его выполнения в заданные

сроки. Для обеспечения точного расчета производственного плана применяются теоретические концепции производственного планирования, такие как MRP (Material Requirements Planning), APS (Advanced Planning and Scheduling), MES (Manufacturing Execution System).

Несмотря на наличие множества программных продуктов, обеспечивающих точный расчет производственного плана, актуальным остается вопрос контроля над выполнением расчетного плана. Это связано с тем, что программные продукты не всегда обеспечивают достаточную обратную связь с цеховым уровнем производства. А персонал, контролирующий выполнение плана непосредственно на производстве, не всегда имеет оперативный доступ к актуальной информации. В связи с этим возникает временной разрыв между обнаружением несоответствия реально выполняемой работы плановой, что влечет за собой невыполнение производственного плана.

Литературный обзор и цель работы

В отечественной литературе большое внимание уделено вопросам производственного планирования. При этом вопросы организации, совершенствования и оптимизации систем производственного планирования широко представлены в работах [1; 2]. Следует отметить также работы [3; 4], связанные с оценкой возможности выполнения производственных планов. Однако в отечественной литературе сложно найти работы, которые напрямую связаны с организацией контроля над выполнением производственного плана.

В зарубежной литературе также встречаются работы [5; 6], описывающие возможности применения современных информационных систем для расчета производственного плана. Некоторая часть работ [7; 8] посвящены методам и способам контроля над выполнением производ-

ственного плана в рамках общего управления производством. Особо следует отметить наличие нового патента [9], помогающего изготавливать продукцию в соответствии с планом. Однако, так же как и в отечественной литературе, работы, напрямую связанные с контролем над выполнением плана, найти затруднительно.

В связи с вышеизложенным поставлена цель: повысить эффективность контроля над выполнением производственного плана с применением современных информационных технологий.

Для достижения поставленной цели проведён выбор способов и технологий для обеспечения контроля над производственным планом, а также осуществлена разработка программного средства контроля.

Выбор технологии для обеспечения контроля над выполнением производственного плана

Анализ информационных систем, используемых для контроля над выполнением производственного плана, показал, что их отличительная особенность – малая степень автоматизации. Так, например, основной способ учета выполнения операций, предусматриваемых производственным планом, – это внесение информации в терминалы, установленные на цеховом уровне производства.

Следует отметить, что существуют автоматические способы учета выполнения операций – с применением радиометок. Радиометка, закрепленная на детали, автоматически передает информацию о своем местоположении, что позволяет определить, соответствует ли текущее положение детали плановому. Однако такой способ учета подходит не для любого производства. При определенных способах обработки, например термическом, гальваническом, нанесении лакокрасочного покрытия, применение радиометок затруднительно. Также необходимо учитывать высокую стоимость радиометок в условиях массового или многономенклатурного производства.

Поиск технологий, которые обеспечат высокую степень автоматизации контроля над выполнением производственного плана, показал возможность использования технологии дополненной реальности [10]. Дополненная реальность представляет собой новую интерактивную технологию, обеспечивающую наложение компьютерной информации на реальные объекты. По своей сути дополненная реальность является промежуточным звеном между виртуальной и обычной реальностями.

Существует два наиболее распространенных способа использования технологии: с применением мобильных устройств и с использованием очков дополненной реальности. Использование очков дополненной реальности является предпочтительным, так как обеспечивает удобство – руки человека остаются свободными. Но необходимо иметь в виду, что это более дорогостоящий способ.

С применением технологии дополненной реальности можно реализовать отображение интересующей информации прямо перед глазами сотрудника, осуществляющего контроль выполнения производственного плана. При этом объект, по

которому требуется информация, автоматически распознается. Информация, требуемая при осуществлении контроля, извлекается из единой информационной системы предприятия. Поэтому применение предлагаемой технологии контроля над производственным планом возможно только для производств, где реализован

автоматизированный расчет производственного плана и его запись в единую базу данных предприятия.

На рис. 1 изображена схема предлагаемого использования технологии дополненной реальности для контроля над производственным планом.



Рис. 1. Схема работы системы контроля над производственным планом

Выбор языка и среды разработки

Первой задачей, решаемой при разработке любого программного средства, выступает выбор языка и среды программирования. Выбор языка программирования зависит от множества факторов: скорости работы конечного продукта, объема занимаемой оперативной памяти, скорости разработки программы, кроссплатформенности и т.д. [11]. Но зачастую выбор осуществляется в пользу того языка программирования, который предлагает для используемой операционной системы компания-разработчик.

Для разработки автоматизированной системы контроля над выполнением плана использовался язык программирования Ja-

va. Это обусловлено тем, что разработка осуществлялась для очков дополненной реальности Epson Moverio VT-300, которые работают под управлением операционной системы Android 5.1. Применение других языков программирования не позволило бы использовать набор средств разработки, обеспечивающих удобное взаимодействие с используемыми очками.

Выбор среды разработки обусловлен применением готовой библиотеки распознавания QR-кодов – Mobile Vision API, которая подключается к среде разработки Android Studio. Эта библиотека на данный момент является наиболее быстройдействующей и универсальной [12].

Разработка автоматизированной системы контроля над производственным планом

Первым этапом работы предлагаемой системы контроля над производственным планом с применением дополненной реальности является идентификация производственного оборудования или рабочего места. Для идентификации решено использовать QR-коды. Это связано с тем, что распознавание производственного оборудования или рабочего места по изображе-

нию является сложным процессом и может быть темой отдельной работы.

Полученная из базы данных информация отображается очками дополненной реальности с наложением на обычную реальность. Все описанные операции осуществляются в автоматическом режиме. При переводе взгляда в очках на другой производственный объект отображается

другая информация. Если в поле зрения попало несколько производственных объектов, то рядом с каждым из них отображается соответствующая информация.

Блок-схема работы программного средства контроля над выполнением производственного плана с применением дополненной реальности представлена на рис. 2.

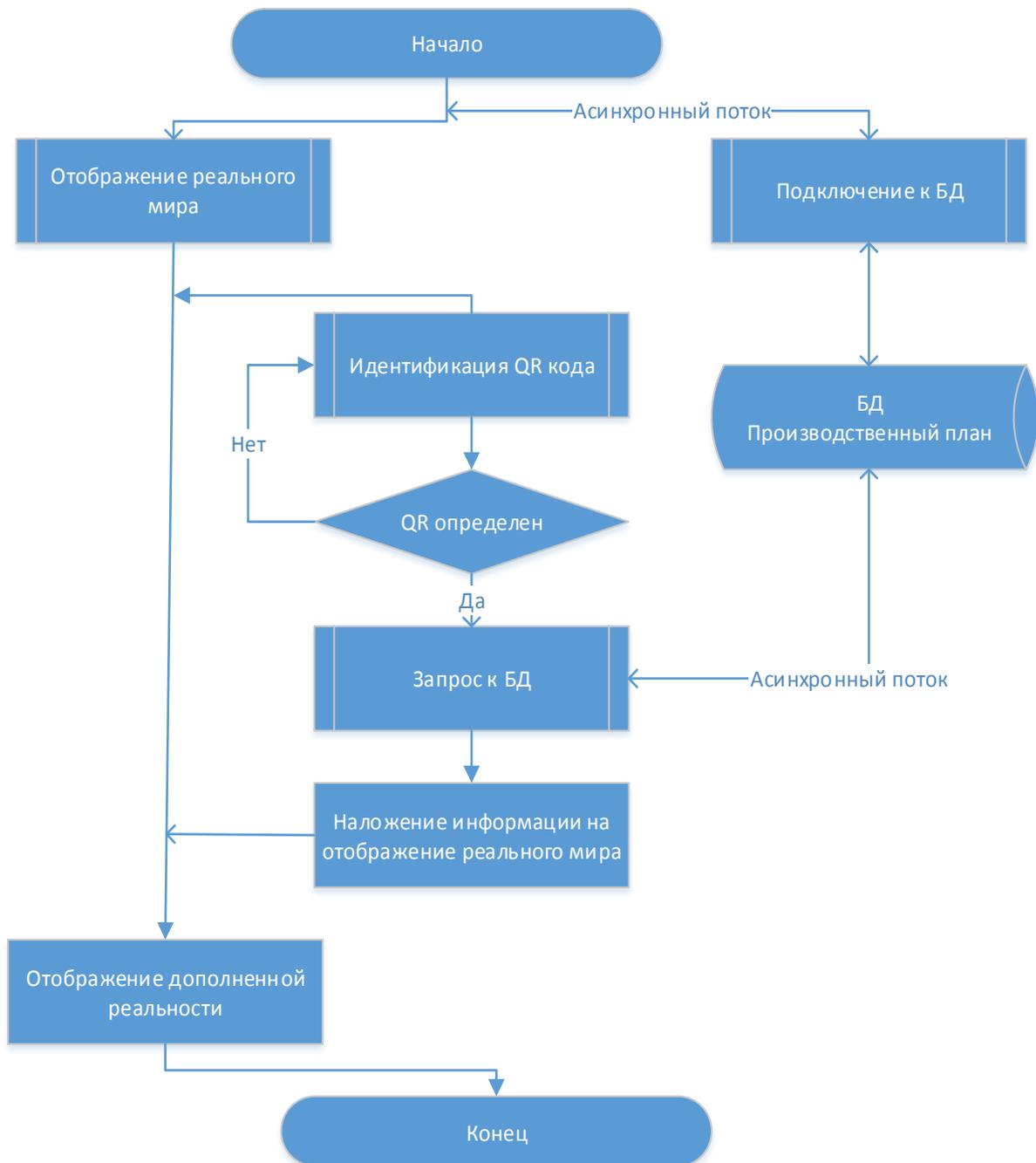


Рис. 2. Блок-схема модуля отображения информации

Сотрудник, осуществляющий производственный контроль, может с помощью очков дополненной реальности указать, какие из фактически проводимых работ соответствуют плановым, а какие нет. Таким образом, гарантируется оперативная передача информации о выполнении про-

изводственного плана в единую базу данных предприятия.

Во время активации распознавания QR-кодов в приложении происходит подключение к базе данных, которое работает в фоновом режиме в отдельном потоке и никак не проявляет себя в рабочей обла-

сти. При обнаружении одного QR-кода или сразу нескольких графический объект накладывается на изображение в виде квадрата, обведенного вокруг идентификатора.

После идентификации объекта выполняется запрос к базе данных. Из базы данных поступает информация по текущей задаче производственного объекта, которая отображается под каждым распознанным QR-кодом. Помимо текущего задания в очки дополненной реальности может передаваться дополнительная информация: характеристики оборудования или рабочего места, срок службы инструмента, последующие производственные задания и

т.д. Запрос в базу данных по найденному QR-коду является асинхронным. Он не влияет на скорость обнаружения и распознавания QR-кодов в области видимости и выполняется в другом потоке.

При сбоях в идентификации QR-кода или его пропадании из области видимости прекращается отображение графической информации об объекте. При последующей идентификации этого же QR-кода отправляется новый запрос в базу данных с последующим его отображением. Таким образом, обеспечивается актуальность отображаемой информации.

На рис. 3 представлен пример работы программного средства.



Рис. 3. Окно программы

Как видно из рис. 3, автоматизированная система оперативного контроля над производственным планом успешно обработала одновременно два QR-кода, в которых зашифрованы инвентарные номера

Заключение

Разработанная автоматизированная система контроля над выполнением производственного плана обеспечивает высокий уровень автоматизации контрольных операций, что снижает трудоемкость их проведения, а также повышает точность и оперативность получаемой информации. Внедрение предлагаемой системы на производстве позволит обеспечить прямую передачу информации между цеховым

оборудования i12505 и i12507, и наложила информацию из базы данных. В результате отобразилось название детали и время, когда закончится обработка.

уровнем производства и отделами, занимающимися планированием работ.

Также следует отметить, что предлагаемая система может быть доработана для использования руководящим звеном предприятия. В этом случае по каждому идентифицированному объекту производства будет выводиться интересующая информация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зотов, А.Н. Совершенствование оперативно-производственного планирования на предприятиях машиностроения / А.Н. Зотов, В.Д. Секе-рин // *Науковедение: интернет-журн.* – 2013. – № 6 (19).
2. Кузьмицкая, А.А. Организация системы планирования на предприятии / А.А. Кузьмицкая // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии.* – 2014. – № 5.
3. Склемин, А.А. Анализ выполнимости планов мероприятий при управлении промышленным предприятием / А.А. Склемин, В.А. Кушников // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки.* – 2012. – № 4 (24).
4. Елисеев, А.С. Оценка устойчивости производственного плана с учетом стохастичности ресурсных ограничений / А.С. Елисеев, М.Б. Гитман, С.С. Суханцев // *Управление большими системами: сб. тр.* – 2013. – № 42.
5. Orbegozo, A. An overview of optimization models for integrated replenishment and production planning decisions / A. Orbegozo [et al.] // *Closing the Gap Between Practice and Research in Industrial Engineering.* – Cham: Springer, 2018. – P. 239-247.
6. Ha, C. Evaluation of forecasting methods in aggregate production planning: A Cumulative Absolute Forecast Error (CAFE) / C. Ha, H. Seok, C. Ok // *Computers & Industrial Engineering.* – 2018. – Т. 118. – P. 329-339.
7. Zhuang, C. Digital twin-based smart production management and control framework for the complex product assembly shop-floor / C. Zhuang, J. Liu, H. Xiong // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.* – 2018. – Т. 96. – № 1-4. – P. 1149-1163.
8. Hutter, T. Successful implementation of an order release mechanism based on workload control: a case study of a make-to-stock manufacturer / T. Hutter, S. Haeussler, H. Missbauer // *International Journal of Production Research.* – 2018. – Т. 56. – № 4. – P. 1565-1580.
9. A method for manufacturing a product according to a production plan: заяв. пат. 15553459 США / Becher S. [et al]. – 2018.
10. Яковлев, Б.С. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности / Б.С. Яковлев, С.И. Пустов // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки.* – 2013. – № 3.
11. Захаров, В.Б. Проблемы выбора языков программирования при разработке кроссплатформенных приложений / В.Б. Захаров, М.Г. Мальковский, А.И. Мостяев // *International Journal of Open Information Technologies.* – 2017. – Т. 5. – № 7.
12. Bosch, O.J. Answering mobile surveys with images: an exploration using a computer vision API / O.J. Bosch, M. Revilla, E. Paura // *Social Science Computer Review.* – 2018.
1. Zotov, A.N. Improvement of day-to-day production planning at engineering enterprises / A.N. Zotov, V.D. Sekerin // *Science of Science: Internet-Journal.* – 2013. – No.6 (19).
2. Kuzmitskaya, A.A. Organization of planning system at enterprise / A.A. Kuzmitskaya // *Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy.* – 2014. – No.5.
3. Sklemin, A.A. Analysis of company measure plan feasibility at industrial enterprise management / A.A. Sklemin, V.A. Kushnikov // *College Proceedings. Volga Region.* – 2012. – No.4 (24).

4. Yeliseev, A.S. Assessment of production plan stability taking into account resource limitation stochasticity / A.S. Yeliseev, M.B. Gitman, S.S. Sukhantsev // *Large System Control: Proceedings* – 2013. – No.42.
5. Orbegozo, A. An overview of optimization models for integrated replenishment and production planning decisions / A. Orbegozo [et al.] // *Closing the Gap Between Practice and Research in Industrial Engineering*. – Cham: Springer, 2018. – P. 239-247.
6. Ha, C. Evaluation of forecasting methods in aggregate production planning: A Cumulative Absolute Forecast Error (CAFE) / C. Ha, H. Seok, C. Ok // *Computers & Industrial Engineering*. – 2018. – Т. 118. – P. 329-339.
7. Zhuang, C. Digital twin-based smart production management and control framework for the complex product assembly shop-floor / C. Zhuang, J. Liu, H. Xiong // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2018. – Т. 96. – № 1-4. – P. 1149-1163.
8. Hutter, T. Successful implementation of an order release mechanism based on workload control: a case study of a make-to-stock manufacturer / T. Hutter, S. Haeussler, H. Missbauer // *International Journal of Production Research*. – 2018. – Т. 56. – № 4. – P. 1565-1580.
9. A method for manufacturing a product according to a production plan: заяв. пат. 15553459 США / Becher S. [et al.]. – 2018.
10. Yakovlev, B.S. Classification and promising trends of supplementary reality technology use / B.S. Yakovlev, S.I. Pustov // *Proceedings of Tula State University. Engineering Sciences*. – 2013. – No.3.
11. Zakharov, V.B. Problems of computer languages at cross-platform application development / V.B. Zakharov, M.G. Malkovsky, A.I. Mostyaev // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2017. – Vol. 5. – No.7.
12. Bosch, O.J. Answering mobile surveys with images: an exploration using a computer vision API / O.J. Bosch, M. Revilla, E. Paura // *Social Science Computer Review*. – 2018.

Статья поступила в редакцию 15.01.19

Рецензент: д.т.н., профессор Воронежского государственного университета

Матвеев М.Г.

Статья принята к публикации 23. 04. 19.

Сведения об авторах:

Гусев Павел Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры «Компьютерные интеллектуальные технологии проектирования» Воронежского государственного технического университета, e-mail: gusevpvl@gmail.com.

Gusev Pavel Yurievich, Can. Sc. Tech., Assistant Prof. of the Dep. “Computer Intelligence Technologies of Design”, Voronezh State Technical University, e-mail: gusevpvl@gmail.com.

Сокольников Виктор Владимирович, ст. преподаватель кафедры «Компьютерные интеллектуальные технологии проектирования» Воронежского государственного технического университета, e-mail: xyxb@inbox.ru.

Sokolnikov Victor Vladimirovich, Senior Lecturer of the Dep. “Computer Intelligence Technologies of Design”, Voronezh State Technical University, e-mail: xyxb@inbox.ru.